

УДК 630.842.2

И. А. Гамова, С. Д. Каменкова, Н. С. Тиме,  
В. А. Данилов  
(С.-Петербургская лесотехническая академия)

## ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

*Изучено влияние поверхностной обработки древесины модифицирующими веществами на свойства древесностружечных плит. Методом определения сорбционной способности и величины остаточных напряжений, возникающих на границе раздела полимер-древесина, показано, что наибольшая прочность адгезионного взаимодействия возникает при обработке древесных частиц разбавленными растворами карбамидоформальдегидной смолы. Приведены результаты испытаний древесностружечных плит, подтверждающих это положение.*

Физико-механические свойства древесных композиционных материалов, к которым относятся древесностружечные плиты, определяются как когезионной прочностью связующего, так и процессами адгезионного взаимодействия на границе связующего — древесный наполнитель. Известно, что существенное влияние на адгезионную прочность полимерного материала оказывают плотность, густота сетки, макроструктура, характер структурообразования адгезива в слое, примыкающем к частицам наполнителя [1].

Известно также, что применяя различные способы подготовки поверхности подложки, можно активно влиять на процесс структурирования в прилегающих слоях полимеров [2]. Так, для придания несминаемости хлопчатобумажным тканям карбамидоформальдегидными олигомерами их предварительно обрабатывают окислительно-восстановительными системами или глицерином [3]. Подобную обработку используют для деревянных заготовок, где в качестве окислительно-восстановительной системы применяют железно-аммонийные квасцы, персульфат аммония и пероксид.

На прочность адгезионного соединения существенное влияние оказывают остаточные напряжения, возникающие на границе раздела полимер-наполнитель [4]. Наличие внутренних напряжений связано с изменением условий взаимодействия функциональных групп полимера с поверхностью наполнителя. С помощью модификатора, блокирующего часть активных центров поверхности наполнителя, расстояние между точками взаимодействия полимера с подложкой может быть увеличено, что может способствовать росту адгезионной прочности за счет протекания релаксационных процессов [5].

Целью данной работы является изучение влияния изменения поверхностных свойств древесных частиц для получения полимер-древесных материалов с высокими показателями физико-механических свойств.

Для снятия кривых сорбции использовали березовую стружку размером 25х25 мм. Кривые сорбции снимали с образцов при влажности 16, 25, 35, 45, 56, 66, 75, 83, 88%, создаваемой серной кислотой различной концентрации.

Для определения остаточных напряжений использовали березовый шпон толщиной 0,73 мм в форме прямоугольных пластинок 100х10 мм. Внутренние напряжения определяли консольным методом [6], величину внутренних напряжений определяли по формуле:

$$\sigma = \frac{\Delta h \cdot E \cdot t^3 \cdot K_{\text{л}}}{2l^2 \cdot \Delta t \cdot (t + 0,8 \Delta t)}$$

где  $E$  – модуль упругости пластин, МПа;  
 $l$  – длина покрытия на консоли, см;  
 $t$  – толщина пластины, см;  
 $\Delta t$  – толщина покрытия, см;  
 $K_{\text{л}}$  – коэффициент.

Условия обработки образцов модифицирующими составами следующие: образцы шпона помещали в раствор модифицирующего состава на 5 мин, а затем подсушивали при 50...60°C до влажности 8±2%.

Древеснокомпозиционный материал в виде плиты размером 140х180х10 мм, содержащий 20% связующего от массы абсолютно сухой древесины, прессовали при температуре 160°C и давлении 2,5...3,0 МПа.

Известно, что для получения информации о свойствах, структуре природных и искусственных полимеров, а также для прогнозирования свойств материалов широко используется сорбционный метод [7]. Данные анализа сорбции-десорбции можно использовать для изучения структуры любых твердых тел.

Изучали влияние поверхностной обработки древесины на ее гигроскопичность. Для обработки поверхности древесины были взяты следующие соединения: железоаммонийные квасцы, персульфат аммония в сочетании с пероксидом, глицерин, карбамидоформальдегидная смола.

Полученные изотермы адсорбции показали, что модификация поверхности древесины существенно влияет на процесс сорбции (рис. 1).

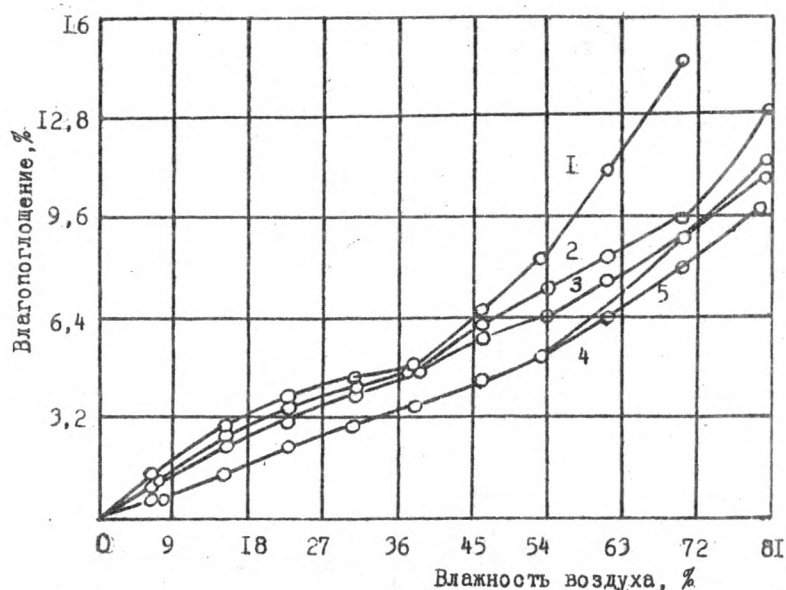


Рис. 1. Влияние влажности на сорбцию паров воды древесными частицами, обработанными: 1 – глицерином, 2 – персульфатом калия, 3 – железомонийными квасцами, 4 – карбамидоформальдегидной смолой 20%-ной концентрации, 5 – без обработки

Во влажностном интервале от 0 до 20%, при котором происходит мономолекулярная адсорбция, равновесная влажность древесины составляет 2,76, а древесины, обработанной квасцами и смолой, соответственно 3,49 и 2,33%. Известно, что при мономолекулярной адсорбции вода взаимодействует непосредственно с адсорбционными центрами древесины, которыми являются гидроксильные, ацетильные и карбоксильные группы. Обработка поверхности квасцами и персульфатом приводит, по-видимому, к частичному окислению полуацетальных связей, с образованием карбоксильных групп, что, в свою очередь, увеличивает число адсорбционных центров. Это подтверждается увеличением влагопоглощения образцов, обработанных персульфатом и квасцами. Обработка поверхности древесины разбавленным раствором смолы, вероятно, способствует блокировке центров адсорбции, что приво-

дит к снижению водопоглощения на 15%. Изменение угла наклона кривых сорбции свидетельствует о начале поглощения влаги по типу полимолекулярной адсорбции, которая зависит от вида обработки древесины. Так, начало этого процесса для древесных частиц, обработанных глицерином, соответствует 38% влажности воздуха, у контрольных образцов – при влажности воздуха 54%. Предельное водопоглощение у частиц, обработанных глицерином, в 1.7 раза выше, а у частиц, обработанных раствором смол, персульфатом и квасцами, – на 25...30% ниже, чем у необработанных частиц.

С целью выяснения влияния сорбционной способности на прочность клевого шва в полимердревесном материале изготавливали древесные плиты, содержащие 20% связующего, что позволяло получить прочную непрерывную полимерную матрицу. Толщину клевого шва регулировали за счет изменения плотности материала. Прочность клевого соединения оценивали по величине предела прочности при растяжении перпендикулярно поверхности плиты (рис. 2).

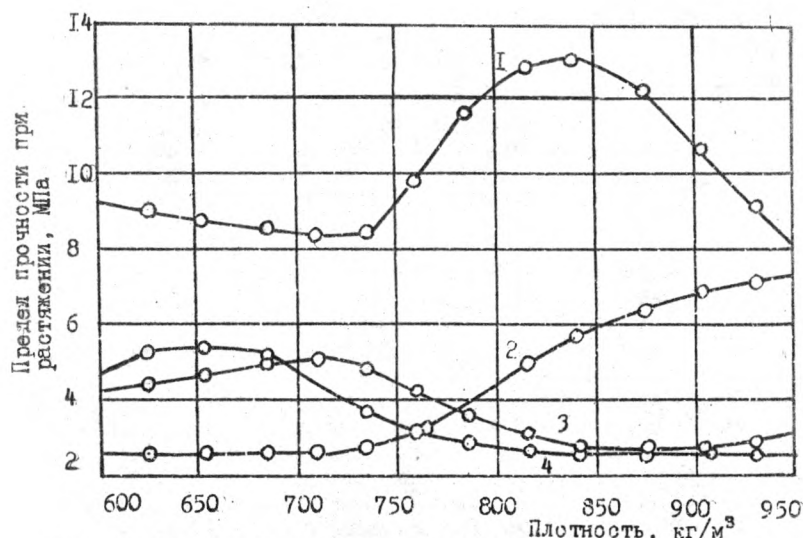


Рис. 2. Влияние плотности древесностружечных плит на прочность при растяжении перпендикулярно плоскости при обработке древесных частиц растворами: 1 – карбамидоформальдегидной смолой, 2 – глицерином, 3 – железоммонийными квасцами, 4 – без обработки

Количество выделяющегося формальдегида определяли по методике определения токсичности древесностружечных плит. Одновременно с этим определяли величину остаточных напряжений в клеевом соединении, на древесной подложке, обработанной модифицирующими составами (таблица).

Физико-механические показатели ДСТП

Вид обработки древесной подложки	Величина остаточного напряжения, МПа	Выделение формальдегида из полимердревесного материала, мг/100 г			Набухание за 24 ч, %		
		при плотности, кг/м <sup>3</sup>					
		670	750	850	670	750	850
Контроль	12,5	29,0	26,8	12,7	36,1	39,6	40,8
Квасцы	32,3	10,0	14,9	16,3	44,5	20,0	33,0
Персульфат	27,1	22,8	13,0	11,4	37,0	19,0	39,0
Глицерин	22,9	17,9	14,2	22,4	30,0	32,0	29,0
Смола	14,6	22,8	17,8	10,8	30,0	33,0	34,0

Как свидетельствуют данные, величина остаточных напряжений независимо от вида обработки древесной подложки увеличивается по сравнению с контрольным образцом. Наибольшую величину имеет образец, предварительно обработанный раствором железосамонийных квасцов, а наименьшую дает обработка слабым раствором смолы. Это согласуется с показателями величины прочности адгезионной связи: по-видимому, в случае предварительной обработки образца древесины слабым раствором смолы создаются условия для образования как соединения древесина-смола, так и более прочных химических связей между функциональными группами смолы, адсорбированной древесиной и связующим.

Данные показывают, что модифицирующее действие глицерина и разбавленного раствора смолы менее всего проявляются в области более тонких клеевых пленок, что может быть объяснено влиянием подложки на морфологию клеевой пленки по мере удаления от древесной подложки. При увеличении толщины пленок разрушение происходит по более напряженному слою связующего, не подвергнутому влиянию подложки (рис. 2). Изменение выделения формальдегида также связано с различиями в строении отверждающегося на древесной подложке полимера. Обработка древесины квасцами и глицерином более эффективна при получении материала с более толстыми клеевыми пленками, а применение предварительной обработки древесины разбавленным раствором смолы и персульфатом – при уменьшении клеевого слоя.

Таким образом, модификация древесной подложки позволяет регулировать свойства формируемого клеевого соединения.

Полученные результаты были использованы для получения древесностружечных плит плотностью  $700 \text{ кг/м}^3$  с содержанием связующего 12% от массы абсолютно сухой древесины. Так как наибольшая прочность была достигнута при предварительной обработке древесины разбавленным раствором смолы, а наименьшая токсичность при использовании квасцов, проводили последовательную модификацию древесных частиц раствором квасцов и смолы. С целью уменьшения деструктирующего влияния квасцов на древесину и смолу количество наносимого раствора квасцов снизили с 6 до 12%. Полученные результаты свидетельствуют о том, что модификация поверхности древесины значительно улучшает физико-механические свойства древесностружечных плит. Наибольший эффект наблюдается при использовании слабого раствора смолы: прочность при растяжении перпендикулярно плоскости возрастает с 0,26 до 0,52 МПа, набухание плит снижается с 40 до 30%, выделение формальдегида – с 22 до 16 мг/100 г плиты.

Таким образом, воздействуя на поверхность древесины путем обработки ее модифицирующим составом, представляющим собой карбамидоформальдегидную смолу 20%-ной концентрации, можно получить древеснокомпозиционный материал, в частности древесностружечную плиту, с улучшенными физико-механическими свойствами.

## Литература

1. Менсон Д., Сперлинг А. Полимерные смеси и композиты. – М.: Химия, 1979. – 381 с.
2. Москвитин Н. И. Физико-химические основы процесса склеивания. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 296 с.
3. Берлин А. А., Басин В. Е. Основы адгезии полимеров. – М.: Химия, 1974.
4. Липатов Ю. С. Физическая химия наполненных полимеров. – М.: Химия, 1977.
5. Басин В. Е. Адгезионная прочность. – М.: Химия, 1988. – 315 с.
6. Крисанов В. Ф. Особенности измерения внутренних напряжений консольным методом в лакокрасочных покрытиях на древесных подложках // МЛТИ. Науч. труды. – 1977. – Вып. 95.
7. Мясникова Н. В., Негодяева Г. С. Сорбция паров воды и особенности структуры смесевых волокон из жесткоцепных сополимеров // Хим. волокна, – 1989. – N 1. – С. 11–14.